

absterben; bei der weiteren Entwicklung der Metagenesis wird das Leben der Amme immer mehr dauerhaft. *Doliolum* stellt in dieser Beziehung eine Uebergangsform zwischen den Synaspidien und den Salpen dar.

Odessa, den 3./15. Januar 1893.

Das Prinzip der organbildenden Keimbezirke und die entwicklungsmechanischen Studien von H. Driesch.

Von Dr. **F. Braem** in Breslau.

Die sehr interessanten „entwicklungsmechanischen“ Untersuchungen von Driesch haben den Verfasser zu Schlüssen angeregt, die er für Thatsachen ausgibt und die zu den Anschauungen, welche man auf Grund früherer entwicklungsgeschichtlicher Befunde sich bilden durfte, zum Teil in schroffem Widerspruch stehen. Es sei mir erlaubt, gegen die Behauptungen Driesch's Einiges in Erinnerung zu bringen.

In seiner zweiten Mitteilung (*Ztschr. f. wiss. Zool.* Bd. 55, S. 17. 1892) behandelt Driesch das Verhalten der in Entwicklung begriffenen Eier von *Echinus microtuberculatus* bei Druckwirkung. Er erzeugte die letztere dadurch, dass er ein Stück von einer mittelstarken Borste quer auf den Objektträger legte, dem einen Ende desselben genähert. Er brachte dann einen Haufen Eier mit der gehörigen Menge Seewasser etwa in die Mitte des Objektträgers und legte ein rechteckiges Deckglas auf Eier und Borste. Die Eier waren also zwischen zwei gegen einander geneigten Glasplatten eingezwängt.

In Fällen, wo die Membran des Eies durch den Druck gesprengt war, entwickelte sich statt des normalen 8- Stadiums eine einschichtige Zellplatte in Form eines Rechtecks, dessen eine Seite von 2, dessen andere von 4 Zellen gebildet wurde. Nach Aufheben des Druckes rundeten sich die einzelnen Zellen, die zuvor dicht an einander gepresst lagen, ab und trennten sich demgemäß bis auf einen gewissen Grad von einander, behielten aber im Uebrigen ihre frühere Stellung bei (Driesch Fig. 59). Indem sich sodann jede der 8 Zellen senkrecht zur Ebene der Platte teilte, entstand das 16-Stadium (Fig. 60). Die weiteren Teilungen erfolgten tangential und so resultierte das Blastula-Stadium.

„Die Thatsache nun, sagt Driesch a. a. O. S. 22, dass sich Stadien wie die in Fig. 59 und 60 dargestellten, welche sich senkrecht zu der durch sie bestimmten Ebene teilen und so eine doppelschichtige Platte von je acht Zellen in einer Schicht bilden, dass sich diese zu normalen Plutei zu entwickeln vermögen, widerlegt für die Echiniden die Lehre von der spezifischen Bedeutung der einzelnen Furchungszellen, oder anders gesagt, das His'sche Prinzip der Keimbezirke definitiv.“

Driesch nimmt nämlich an, dass ohne Druckwirkung die 4 mittleren Zellen der Szelligen Platte „einen Kranz bilden würden, sagen wir den oberen; die je zwei seitlichen Zellen würden unter ihm sich zum Kranze ordnen und den unteren Pol bestimmen: es ist also zunächst klar, dass dasjenige, was unten hingehört, seitlich liegt, sowie ferner, dass das, was zusammengehört, getrennt liegt.“ Da nun im Verlauf der Entwicklung der Szelligen Platte die 4 mittleren Zellen tatsächlich beide Pole des Ganzen bilden, so gelangt Driesch zu dem Schluss: „Was einen Pol bilden sollte, bildet die beiden Seiten, und was den anderen Pol bilden sollte, das bildet beide Pole.“

Damit wäre nun allerdings der weitere Schluss gerechtfertigt, „dass die Furchungskugeln der Echiniden als ein gleichartiges Material anzusehen sind, welches man in beliebiger Weise, wie einen Haufen Kugeln durcheinander werfen kann, ohne dass seine normale Entwicklungsfähigkeit darunter im mindesten leidet“ (S. 25), und das Prinzip der organbildenden Keimbezirke wäre, wie Driesch will, widerlegt.

Alles dies wäre richtig, wenn die Voraussetzung richtig wäre, dass die 8 Zellen der unter dem Einfluss des Druckes gebildeten Platte den Furchungskugeln des normalen 8-Stadiums äquivalent wären.

Driesch hält dies für selbstverständlich. Ich glaube das Gegenteil.

Die Kernspindeln der unter Druck befindlichen Zellen lagern sich in der Richtung des geringsten Widerstandes, parallel zur drückenden Fläche. Die Furchen verlaufen demgemäß zur drückenden Fläche senkrecht. Dies gilt als Fundamentalgesetz für die unter Druck sich abspielende Furchung, wie Driesch selbst betont. Die Teilungsebenen sind dadurch vorweg an eine ganz bestimmte, willkürlich gegebene Richtung gebunden.

Ist nun die Eiaxe, wie es fast stets der Fall sein wird, mehr oder weniger gegen die drückenden Flächen geneigt, so werden nur die 4 ersten Zellen den Furchungskugeln des normalen 4-Stadiums entsprechen können, und auch dies nur unter der Bedingung, dass die drückenden Flächen einander parallel sind. Nur die beiden ersten Furchen können, indem sie das Ei meridional teilen, zugleich auf der drückenden Fläche senkrecht stehen¹⁾. Die dritte Furchung, welche das 8-Sta-

1) Im Falle die Eiaxe zur drückenden Fläche senkrecht gerichtet war, werden die Furchungszellen ihre normale Stellung in der Quincunx beibehalten. Falls dagegen die Eiaxe im spitzen Winkel gegen die drückenden Flächen geneigt war, werden die Furchungszellen sich einzeln in einer Flucht neben einander lagern müssen, wie solches in den Figuren 56 u. 57 bei Driesch geschehen ist. Denn da auch die zweite Meridianfurchung auf der drückenden Fläche senkrecht steht, so kann sie die beiden Zellen des 2-Stadiums nicht, wie es normal wäre, in einer zur ersten Furchung senkrechten Ebene teilen, sondern sie muss jede Zelle einzeln in einer der ersten Furchung parallelen Ebene klüften, woraus denn mit Notwendigkeit jenes stabförmige 4 Stadium,

dium herbeiführt und normalerweise die animale Hälfte des Eies von der vegetativen trennt, wird diese Trennung bei dem unter Druck befindlichen 4-Stadium nicht herbeiführen können, weil sie nicht äquatorial, nicht senkrecht zur Eiaxe, sondern senkrecht zur drückenden Fläche verläuft. Eine Ebene kann nicht gleichzeitig senkrecht auf einer anderen Ebene und senkrecht auf einer diese Ebene schneidenden Geraden stehen. Es werden also die Konstituenten der unter Druck gebildeten 8zelligen Platte den Zellen des normalen 8-Stadiums nicht entsprechen können, weil durch den Druck die Trennung der animalen von der vegetativen Hälfte unmöglich gemacht war.

Nur im Falle die Eiaxe genau parallel der drückenden Fläche lag, könnten die Konstituenten des resultierenden 8-Stadiums den Konstituenten des normalen 8-Stadiums äquivalent sein. Denn nur in diesem Falle könnte die Äquatoralfurche die Bedingung erfüllen, auf der drückenden Fläche senkrecht zu stehen.

Nun sind aber die drückenden Flächen bei Driesch nicht parallel, sondern gegen einander geneigt. Dadurch werden die Verhältnisse noch komplizierter. Nur wenn die Eiaxe genau in die Ebene fällt, welche den Neigungswinkel der drückenden Flächen halbiert und wenn sie gleichzeitig auf der Durchschnittskante der beiden Flächen senkrecht steht, oder aber wenn sie auf der Halbierungsebene des Neigungswinkels der drückenden Flächen senkrecht steht, werden die ersten 4 Furchungszellen den normalen entsprechen können. In keinem Falle werden die Zellen des 8-Stadiums als normal gelten können; denn wenn die Eiaxe auf der Halbierungsebene des Neigungswinkels der Flächen senkrecht stand, würde die dritte Furche meridional statt äquatorial verlaufen, falls sie aber in die Halbierungsebene selbst fiel und senkrecht zur Durchschnittskante verlief, würde die animale und die vegetative Hälfte ungleichen Bedingungen unterliegen, indem die eine nach der Seite des stärksten, die andere nach der Seite des schwächsten Druckes gerichtet wäre.

Da Driesch die Stellung des dem Druck ausgesetzten Eies ganz dem Zufall anheimgab, und da selbst bei absichtlicher Orientierung die Bedingungen, unter denen das Zustandekommen eines dem normalen gleichwertigen 4-Stadiums möglich wäre, in Wirklichkeit kaum erfüllbar sind, so wird höchst wahrscheinlich schon die erste und zweite unter Druck gebildete Furche eine Teilung bewirkt haben, die der normalen nur näherungsweise zu vergleichen ist.

welches Driesch abbildet, hervorgeht. Schon dies alteriert die Qualität der Zellen insofern, als, wenn die erste Furche eine rechte und linke Körperhälfte getrennt hatte, die zweite nun nicht eine vordere und hintere rechte, vordere und hintere linke, sondern eine proximale und distale rechte, proximale und distale linke Körperhälfte abschnürt; ein Umstand, von dem ich der Einfachheit halber im Texte absehen will.

Prüft man das weitere Verhalten des unter Druck gebildeten 8-Stadiums auf Grund der Angaben von Driesch, so liegt darin ebenfalls der Beweis für meine Behauptung, dass die Konstituenten desselben den normalen Zellen des 8-Stadiums nicht äquivalent sind. Wären die Konstituenten der 8zelligen unter Druck gebildeten Platte den Konstituenten des normalen 8-Stadiums qualitativ gleich, so müssten 4 derselben nach Aufhören des Druckes Mikromeren abschütten. In dem 16-Stadium, das Driesch aus dem unter Druck gebildeten 8-Stadium hervorgehen sah (Fig. 60), liefern nur 2 Zellen Mikromeren, die übrigen 6 teilen sich in quantitativ gleiche Hälften. In anderen Fällen (Fig. 63) hat das 16-Stadium des der Druckwirkung ausgesetzten Eies gar keine Mikromeren.

Die Befunde Driesch's berechtigen lediglich zu dem Schluss, dass die normale Form der Furchung in ausgiebiger Weise alteriert werden kann, ohne dass das Resultat der Furchung ein anderes wird, ohne dass die spezifische Energie des Eies von ihrem Ziel abgelenkt wird.

Uebrigens aber, selbst wenn die qualitative Gleichheit der Zellen des gedrückten 8-Stadiums mit denen des normalen 8-Stadiums zugegeben werden müsste, würden die Angaben Driesch's nicht genügen, das Prinzip der organbildenden Keimbezirke zu widerlegen, was gleichzeitig eine Widerlegung der physiologischen Wertigkeit der Keimblätter bedeuten würde. Driesch hat das Verhalten der einzelnen Zellen des unter Druck gebildeten 8-Stadiums nur bis zum 16-Stadium im Detail verfolgt. Seine weiteren Angaben sind sehr allgemein gehalten. Es würde hier der genauesten Beobachtung aller folgenden Vorgänge bedürfen, wenn dem Einwurf, dass durch nachträgliche Umlagerungen die ursprüngliche Abnormität rückgängig gemacht wird, der Boden entzogen werden soll. Die Untersuchungen Nussbaum's an der künstlich umgestülpten und in dieser Lage fixierten *Hydra*¹⁾ haben gezeigt, über was für heimliche Mittel der tierische Organismus verfügt, um trotz äußerer Eingriffe sein Ziel zu erreichen und den status quo ante wiederherzustellen.

Auch in seiner ersten Mitteilung (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 53, S. 172. 1892) wendet sich Driesch gegen die Lehre von den organbildenden Keimbezirken. Die Thatsache, meint er, dass die isolierte Furchungskugel des 2-Zellenstadiums der Echiniden, nachdem sie sich zunächst als Halbbildung weitergefurcht hat, doch schließlich eine vollständige Gastrula hervorbringt, widerspricht jener Lehre in fundamentaler Weise. Sie widerspricht ihr indessen jedenfalls nicht mehr, als es die Regeneration, vermöge deren ein Organismus verloren gegangene Teile neu zu bilden und aus dem überlebenden Rest den Gesamtorganismus wiederherzustellen vermag, überhaupt thut. Es ist nicht wunderbarer, dass ein auf dem 2-Zellenstadium halbirter

1] Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 29, 1887.

oder ein auf dem 4-Zellenstadium gevierteilter Organismus aus der Hälfte oder dem Viertel das Ganze erzeugt, als dass, wie schon Trembley wusste, der fünfzigste Teil einer zerstückelten *Hydra* wiederum den Gesamtorganismus aufbaut.

Die Thatsache, dass sich die isolierte Furchungszelle von *Echinus* zunächst als Teilbildung entwickelt, ist sogar eine eklatante Bestätigung des Prinzips der organbildenden Keimbezirke. Und selbst das von Wilson¹⁾ entdeckte Faktum, dass die ersten Furchungszellen des *Amphioxus* sofort die Eifunktion übernehmen, lehrt nur, dass der Zeitintervall zwischen dem Augenblick des Organverlustes und dem Eintritt der regenerativen Vorgänge auf ein Minimum sich beschränken kann; ein Minimum, welches dem Morphologen nur darum unmerklich wird, weil es keine äußeren Formveränderungen am Organismus hervortreten lässt.

Erwägt man, dass in der befruchteten Eizelle die regenerativen Potenzen des Organismus zur höchsten Intensität gesteigert sind, so kann der Umstand, dass auch in den 4 ersten Furchungszellen die Regenerationsfähigkeit zu energischem Ausdruck kommt, nichts Befremdliches haben.

In jeder der beiden Konstituenten des 2-Zellenstadiums liegt nicht nur die Fähigkeit zum Aufbau je einer Körperhälfte des einzelnen Individuums, sondern auch die Fähigkeit zur Bildung der Hälfte des gesamten Fortpflanzungsmaterials, welches künftige Generationen, ganze Individuen, ins Leben ruft. Neben der Fähigkeit, den halben Organismus zu bilden, liegt die Fähigkeit zur Wiedererzeugung des ganzen, ja vieler ganzen. Diese Wiedererzeugungs- bzw. Fortpflanzungsenergie ist aber noch nicht in bestimmten Zellen lokalisiert und zu bestimmten, geschlechtlich einseitigen Leistungen erzogen. Sie ist in der organbildenden Kraft einer Körperhälfte aufgelöst und zur Einheit der Furchungskugel mit ihr verbunden. Sie hat den Zustand unmittelbarer Aktivität, den sie im ungefurchten Ei besaß, noch nicht so weit verlassen, dass sie unfähig geworden wäre, alsbald wieder in denselben zurückzukehren. Und indem sie dahin zurückkehrt, macht sie den Fonds, der anderenfalls bis zur Fortpflanzungsthätigkeit des ausgebildeten Tieres geruht hätte, schon jetzt flüssig und bewirkt damit die Regeneration des Organismus. Sie ergänzt das Fehlende und erzeugt das Ganze, wie sie es schon im Ei that und wie sie es in den künftigen Geschlechtsprodukten aufs neue zu thun berufen war. Sie macht es möglich, dass die Furchungskugel, die im normalen Zellverbände den halben Organismus geliefert hätte, isoliert den ganzen liefert.

In den Fällen, wo das Mesoderm, das ja zugleich die Geschlechtsprodukte enthält, von 2 paarigen Zellen gebildet wird, ist anzunehmen, dass von den Konstituenten des 4-Zellenstadiums nur zwei Träger

1) Anat. Anzeiger, 20. Okt. 1892.

der Fortpflanzungstoffe sind. Es wäre interessant zu erfahren, ob in diesen Fällen allen Konstituenten des 4-Zellenstadiums in gleicher Weise die Fähigkeit zukommt, den Organismus zu regenerieren.

Gewiss werden die Vorstellungen, die man sich von der Geltung des Prinzips der organbildenden Keimbezirke gemacht hat, durch die Befunde der sogenannten „Entwicklungsmechanik“ vielfach modifiziert und geklärt. Dass das Prinzip selbst sich als haltlos erweisen sollte, ist nach den bisherigen Ergebnissen kaum zu erwarten.

10. Januar 1893.

Intelligenz und Instinkt der Tiere.

Bemerkungen zu E. Wasmann's neuestem Werke: „Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen“.

Von Professor C. Emery in Bologna.

Außerst schwierig ist es, dem Probleme, ob die Tiere intelligent seien oder nicht, vorurteilsfrei entgegenzutreten. Der religiös Gesinnte, welcher im Menschen nicht bloß das höchste Tier, sondern das Bild Gottes erblickt, wird danach streben, die Differenzen zwischen Menschen- und Tierseele hervorzuheben und die im gegenwärtigen geologischen Zeitalter den Menschen vom Tiere unlegbar trennende Kluft zu erweitern und zu vertiefen. Er wird suchen, jenen Differenzen nicht bloß einen quantitativen und formellen, sondern einen substanziellen Charakter beizulegen. — Der positivistisch denkende, er gehöre der monistischen Richtung an oder nicht, wird dagegen im Tiere die Spuren der menschlichen Seelenfähigkeiten suchen, vielleicht auch da, wo sie nicht sind. — Der eine wie der andere können überzeugt sein, dass sie vorurteilsfrei, einzig und allein nach Wahrheit suchen, obschon sie wissen, dass ihre Ueberzeugung nicht infolge ihrer Studien entstanden ist, sondern dass sie ihre Untersuchungen und Auseinandersetzungen deswegen angestellt haben, um ihre Meinung zu prüfen, und nicht ohne Wunsch und Hoffnung, dieselbe fester zu begründen.

Dieses Sachverhältnisses wohl bewusst will ich also nicht behaupten, vorurteilsfrei an die Sache zu gehen. Ich bin überzeugt, dass die Tiere intelligent sind und dass ihre Seelenthätigkeit hauptsächlich in zwei Beziehungen von der des Menschen sich unterscheidet: 1) im viel geringeren Grade des tierischen Verstandes; 2) im Mangel eines wesentlichen Instrumentes des menschlichen Abstraktionsvermögens, der Sprache.

Die übertriebenen Schilderungen des tierischen Verstandes, die „Vermenschlichung der Tiere“ von Seiten Büchner's und vieler anderer geben Wasmann leichtes Spiel die Intelligenz der Tiere zu leugnen, denn das meiste, was unter intelligenten Handlungen der Tiere aufgeführt worden ist, verdient diesen Namen durchaus nicht.